3B SCIENTIFIC® PHYSICS

Apparecchi per raggi X (230 V, 50/60 Hz) 1000657
Apparecchi per raggi X (115 V, 50/60 Hz) 1000660

Istruzioni per l'uso

10/12 ALF / Hh

1. Protezione dalle radiazioni

Prima di utilizzare l‘apparecchio per raggi X per la prima volta, occorre far sì che la messa in funzione pianificata venga autorizzata dalle autorità competenti, in ottemperanza alle leggi, ordinamenti e disposizioni specifici dei paesi e che essa venga annunciata regolarmente.

Inserire l‘alta tensione, e quindi mettere in funzione il tubo per raggi röntgen, solo se il cofano di protezione è abbassato e il circuito di sicurezza è chiuso correttamente. L’alloggiamento è protetto contro le aperture mediante una vite antisvitamento. In tal modo le radiazioni röntgen vengono schermate consentendo di svolgere esperimenti in piena sicurezza.

Non è possibile superare le condizioni di funzionamento massime U = 30 kV e I = 100 µA.

Prima di mettere in funzione l‘apparecchio per raggi X, controllare i dispositivi di protezione dalle radiazioni secondo quanto illustrato nel paragrafo 8.1.

Non aprire l’alloggiamento dell’apparecchio per raggi X. Se sull‘apparecchio per raggi X vengono effettuate manipolazioni, riparazioni, etc. non pertinenti alla struttura di esperimenti nella camera sperimentale, l‘omologazione del modello si estingue e non è più consentito mettere in funzione l‘apparecchio per raggi X. Le riparazioni devono essere eseguite esclusivamente dal produttore UK 3B Scientific Ltd.

- Evitare che l‘apparecchio venga utilizzato da persone non autorizzate.

2. Norme di sicurezza

L’apparecchio per raggi X corrisponde alle disposizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, di comando, di regolazione e da laboratorio della norma DIN EN 61010 parte 1 ed è realizzato in base alla classe di protezione I. L’apparecchio è pensato per l’utilizzo in ambienti asciutti, adatti per strumenti o dispositivi elettrici.

Un utilizzo conforme garantisce il funzionamento sicuro dell’apparecchio. La sicurezza non è tuttavia garantita se l’apparecchio non viene utilizzato in modo appropriato o non viene trattato con cura. Se si ritiene che non sia più possibile un funzionamento privo di pericoli, l’apparecchio deve essere messo immediatamente fuori servizio (ad es. in caso di danni visibili) e al sicuro da ogni funzionamento involontario.

- Subito dopo aver disimballato l‘apparecchio per raggi X, verificare che non abbia subito danni durante il trasporto. Se viene appurata la presenza di danni, non mettere in funzione l‘apparecchio e informare il produttore UK 3B Scientific Ltd.
- Non gettare l’imballo, in quanto potrebbe servire per eventuali resi.
- Prima di mettere l’apparecchio in funzione per la prima volta, impostare la corretta tensione di rete sul selettore.

A causa dell’elevata intensità di dose presente all’interno dell’apparecchio a raggi X, il gestore è tenuto a trattare l’apparecchio con particolare cura.

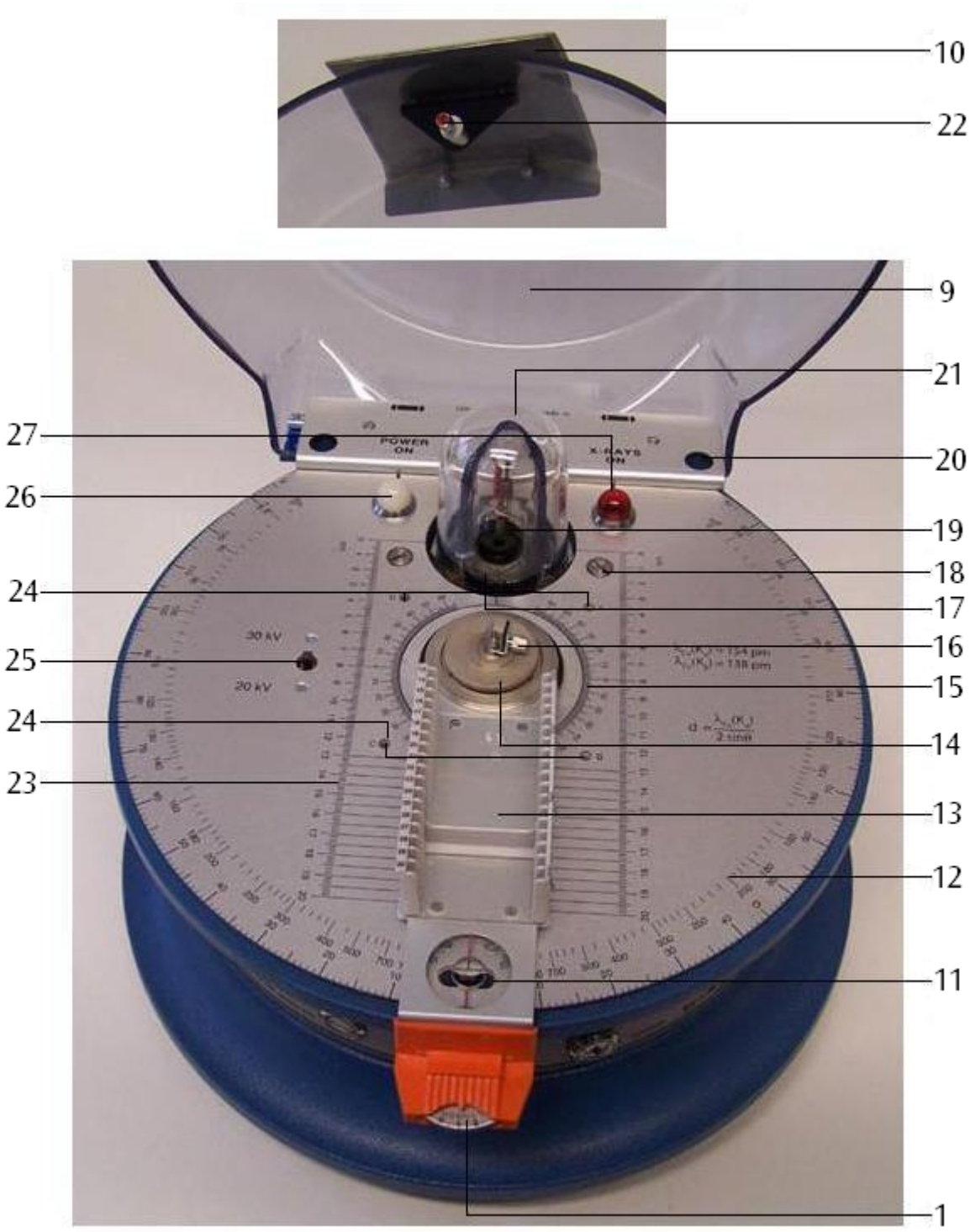
- Prima di mettere in funzione l‘apparecchio per raggi X, verificare che alloggiamento, cofano di protezione nonché elementi di comando e di visualizzazione non siano danneggiati e, soprattutto, controllare i dispositivi di protezione dalle radiazioni secondo quanto illustrato nel paragrafo 8.1.
- Non mettere in funzione l‘apparecchio per raggi X se presenta danni evidenti e proteggerlo da un funzionamento involontario.
- In caso di anomalie di funzionamento, mettere l‘apprecchio fuori servizio e proteggerlo da funzionamenti involontari.
- Se la spia dell‘alta tensione si accende nonostante il cofano di protezione non sia chiuso correttamente e bloccato nella posizione centrale, mettere subito fuori servizio l‘apparecchio.

Se il riscaldamento del catodo non funziona, quando viene disinserita l‘alta tensione l‘Afterflash (lampeggiamento del riscaldamento dei tubi allo spegnimento dell‘alta tensione) non si attiva. Pertanto, l’alta tensione può essere presente sui tubi per altre 6 ore.

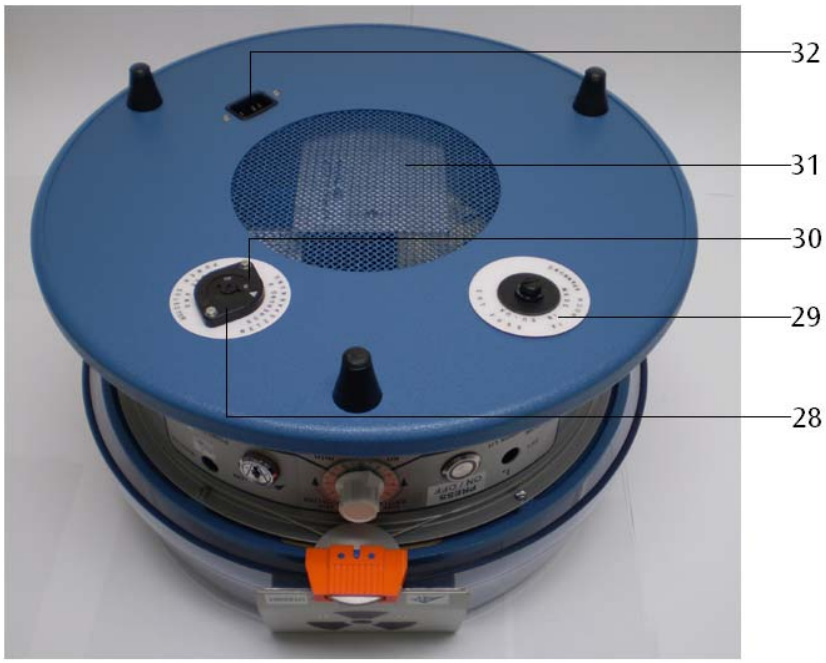
- Per questo motivo, dopo un guasto del catodo, non toccare le parti che trasportano alta tensione prima che siano trascorse 6 ore.
- Staccare sempre la spina di rete prima di sostituire una lampada o un fusibile!

3. Componenti ed elementi di comando

1 Regolatore fine per goniometro
2 Trimmer potenziometrico per l'impostazione della corrente di emissione
3 Pulsante per alta tensione con funzione ON/OFF
4 Alloggiamento
5 Base
6 Temporizzatore
7 Interruttore a chiave per tensione di rete
8 Jack per misurazione corrente di emissione con uscita di tensione proporzionale alla corrente
9 Cofano di protezione
10 Piastra di schermatura con targhetta di avvertimento contro le radiazioni



11 Fessura a forma di peso per il bloccaggio del cofano di protezione
12 Scala angolare per braccio di misurazione
13 Braccio di misurazione con caricatore per diapositive
14 Piastra di pressione
15 Scala angolare per supporto campione
16 Supporto campione
17 Apertura per fuoriuscita raggio con collimatore in ottone
18 Viti di arresto per duomo in vetro al piombo
19 Tubo per raggi röntgen
20 Bussole
21 Duomo in vetro al piombo
22 Perno di chiusura del cofano di protezione
23 Scala distanziometrica del punto focale
24 Jack da 4 mm per il montaggio dell'azionamento a motore
25 Selettore alta tensione
26 Spia tensione di rete (bianco)
27 Spia alta tensione (rosso)



28 Portafusibili per tensione di rete
29 Portafusibili per alta tensione
30 Selettore tensione di rete
31 Apertura per ventilazione alloggiamento
32 Attacco di rete

4. Descrizione

L‘apparecchio per raggi X viene utilizzato per l‘esecuzione di diversi esperimenti sui seguenti argomenti:

- Proprietà dei raggi röntgen:
  Trasmissione
  Propagazione lineare
  Ionizzazione
  Fotografia a raggi X
- Radiazione a fluorescenza
- Schermatura di radiazioni röntgen
- Esperimenti sull'assorbimento
- Legge della distanza
- Dosimetria e protezione da radiazioni
- Diffrazione dei raggi X:
  Radiografie di Laue
  Radiografie di Debye-Scherrer
- Riflessione di Bragg,
  Legge degli spostamenti di Duane-Hunt (determinazione h)
- Legge di Moseley

Nell‘apparecchio per raggi X è installato un contatore-goniometro orizzontale che viene formato nel suo asse di rotazione mediante un braccio di misurazione girevole e un supporto campione. Realizzato sotto forma di caricatore per diapositive, il braccio girevole funge da dispositivo di montaggio per il contatore di Geiger-Müller (1000661), la camera di ionizzazione (1000668) nonché di strumenti sperimentali in formato diapositiva oppure disposti su una piastra di base di 50 mm x 50 mm (ad es. da 1000665, 1000666, 1000667). Il braccio girevole può essere ruotato indipendentemente dal supporto del campione in modo manuale, oppure con un accoppiamento angolare fisso nel rapporto 2:1, ad es. per esperimenti relativi alla riflessione di Bragg. La camera sperimentale è racchiusa in un alloggiamento chiuso con cofano di protezione a prova di radiazioni. Il cofano di protezione può essere aperto solo dopo il disinserimento del pulsante dell'alta tensione e dopo un tempo di decadimento dell'alta tensione di 2 secondi a causa del bloccaggio di sicurezza. Un temporizzatore con tempo di commutazione massimo di 1 ore consente di impostare anche tempi di esposizione più lunghi, prevenendo il funzionamento continuo non controllato dell‘apparecchio. Il tubo per raggi röntgen a vuoto spinto con catodo in tungsteno a riscaldamento diretto e anodo di rame è collocato in una camera di vetro al borosilicato con finestra di emissione dei raggi concava, a pareti sottili. Una protezione in vetro al piombo con collimatore fa fuoriuscire il raggio röntgen parallelamente al lato superiore dell’apparecchio, proteggendolo dalla radiazione diffusa. Il raggio röntgen si riversa su una piastra di schermatura di piombo e alluminio con stampato il simbolo dei raggi, il cui diametro corrisponde a quello del raggio non collimato.

5. Fornitura

1 Unità di base
1 Tubo per raggi röntgen
1 Jack
2 valvole a fusibili
1 Targhetta di avvertimento contro le radiazioni in tedesco, inglese, francese e spagnolo
1 Istruzioni per l'uso

6. Dati tecnici

Tubo per raggi röntgen:

Tensione anodica:	20/30 kV commutabile, a stabilizzazione elettronica
Corrente di emissione:	da 0 a 80 µA con regolazione continua e stabilizzazione elettronica
Dosaggio raggi:	< 0,1 mrem/h^{-1} a una distanza di 0,1 m dalla superficie che è possibile toccare
Riscaldamento catodo:	4 V, 1 A
Punto focale:	5 mm x 1 mm
Materiale anodo:	Cu
Collimatore in vetro al piombo:	5 mm Ø
Divergenza del raggio:	superiore al 10°
Lunghezza onda della radiazione caratt.:	Cu -K_α: 154 pm Cu -K_β: 138 pm
Dimensioni:	100 mm x 32 mm Ø

Goniometro contatore:

Range di oscillazione:	0° da +10° a +130° e da -10° a -130° rispetto all'asse del raggio
Accoppiamento angolare:	indipendente dal supporto campione oppure in rapporto 2:1
Precisione di misura dell' angolo di Bragg 2 θ:	5 minuti di arco
Temporizzatore:	da 0 a 60 min, a regolazione continua
Allacciamento:	115 V / 230 V, 50/60 Hz tramite cavo di rete
Assorbimento di potenza:	100 VA
Dimensioni:	250 mm x 370 mm Ø
Peso:	9 kg

7. Pezzi di ricambio e accessori

1. Tubo per raggi röntgen di ricambio 1000664

2. Kit di base 1000665

   Il kit di base consente esperimenti qualitativi e quantitativi ad es. relativi alla propagazione lineare, alla ionizzazione e alla capacità di penetrazione della radiazione röntgen e alla fotografia a raggi X, per dimostrare la natura ondulatoria dei raggi X, esaminare la radiazione a fluorescenza röntgen e per determinare i coefficienti di assorbimento di massa.

   Dotazione:

   1 Schermo fluorescente
   1 Camera di Debye-Scherrer
   2 Videocassette
   1 Maschera al piombo
   2 Elettrodi a piastra su spinotto da 4 mm
   1 Collimatore per diaframmi a fenditura, 1 mm
   1 Collimatore per diaframmi di apertura, 1 mm Ø
   1 Caricatore ausiliario con diaframma circolare
   2 Diaframmi a fenditura, 1 mm/3 mm
   1 Diaframma di apertura, 9,5 mm Ø
   2 Monocristalli, LiF, NaCl
   2 Minicristalli, LiF
   1 Campione polvere, LiF
   10 Fili di Cu
   4 Pellicole di assorbimento, Ni, Cu, Co, Zn
   1 Revolver pellicole di dispersione, rivestimento con elementi V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn
   1 Dispositivo di scatto a distanza per revolver pellicole di dispersione
   1 Set di dispositivi ausiliari di montaggio (adesivo acetato, graffette)
   1 Cassetta, forma particolare

3. Aaccessori per cristallografia 1000666

   Gli accessori per cristallografia consentono ulteriori analisi cristallografiche, l'elaborazione della legge di Moseley, del metodo di Debye-Scherrer, della riflessione di Bragg e prove dei materiali.

   Dotazione:

   4 Pellicole, Fe, V, Mn, Cr
   2 Monocristalli, KCl, RbCl
   5 Campioni polvere, NaF, SiC, NH_4Cl, MgO, Al
   2 Campioni filo, Al, Nb (je 3 x) per l'analisi di Debye-Scherrer
   10 Fili di polietilene
   1 Disco per calcolare l'angolo di Bragg

4. Accessori per radiografia 1000667

   Gli accessori per radiografia consentono di effettuare indagini sui seguenti argomenti: dispersione, assorbimento, dipendenza dalla tensione di accelerazione e/o corrente di emissione e potere di penetrazione, potere di risoluzione, schermatura, spessore di dimezzamento, tempo di esposizione, prova dei materiali non distruttiva.

   Dotazione:

   1 Croce di Malta
   1 Fantoccio
   1 Diaframma di apertura
   1 Strato di alluminio, graduato
   5 Materiale assorbente, alluminio, 0,1 / 0,25 / 0,5 / 1,0 / 2,0 mm
   1 Materiale assorbente, piombo, 0,5 mm
   1 Materiale assorbente, plastica
   2 Magneti
   4 Modelli di prova dei materiali (porosità, incrinature, cordone di saldatura, verniciatura)

5. Filmpack 2 1000669

   Filmpack 2 contiene pellicole ad alta sensibilità per radiografie per radiazioni α, β e röntgen. I fogli di pellicola sono confezionati singolarmente in sacchetti di plastica impermeabili alla luce che consentono lo sviluppo e il fissaggio alla luce solare.

   Dotazione:

   20 Fogli pellicola 38 mm x 35 mm in sacchetti di plastica impermeabili alla luce
   1 Flacone sviluppatore röntgen
   1 Flacone fissatore röntgen
   1 Siringa con cannula per introdurre le sostanze chimiche nei sacchetti della pellicola
   1 Graffetta metallica

6. Filmpack 4 1000670

   Come Filmpack 2 ma

   12 Fogli di pellicola da 150 mm x 12 mm in sacchetti di plastica impermeabili alla luce per camera di Debye-Scherrer.

7. Motorizzazione (230 V, 50/60 Hz) 1000663

   Motorizzazione (115 V, 50/60 Hz) 1000662

   La motorizzazione, unitamente alla camera di Debye-Scherrer, viene utilizzata per indagini strutturali secondo il metodo dei cristalli rotanti.

Attacco di rete:	115/230 V, 50/60 Hz
Assorbimento di potenza:	3 VA

8. Camera di ionizzazione 1000668

   La camera di ionizzazione viene utilizzata per esaminare la ionizzazione dell'aria e di altri gas a pressione diversa, tramite le radiazioni röntgen (caratteristica di saturazione, modello di un contatore di Geiger-Müller, dosimetria).

Tensione d'esercizio:	max. 2 kV
Corrente di ionizzazione:	da 10^{-11} a 10^{-10} A
Elettrodo a barra:	lunghezza 75 mm
Camera:	85 mm x 25 mm Ø
Albero flessibile:	5 mm Ø

9. Contatore di Geiger-Müller 1000661

   Il contatore di Geiger-Müller è un contatore ad avviamento alogeno autoestinguente per la registrazione di radiazioni α, β, γ e röntgen.

Range di intensità di dose:	da 10^{-3} a 10^{2} mGy/h
Massa della superficie attiva (mica):	da 2,0 a 3,0 mg/cm²
Tensione d'esercizio:	500 V
Allacciamento:	BNC
Lunghezza del cavo:	1 m
Dimensioni:	57 mm x 22 mm Ø

10. Set di base Bragg 1008508

    Equipaggiamento base per esperimenti sulla riflessione di Bragg con un cristallo LiF e un cristallo NaCl.

    Dotazione:

    1 Collimatore per diaframmi a fessura, 1 mm
    2 Diaframmi a fessura, 1 mm / 3 mm
    2 Cristalli singoli, LiF, NaCl
    1 Contatore di Geiger-Müller (1000661)

11. Driver di Bragg 1012871

    Il driver di Bragg è una combinazione hardware e software che consente all'utente di raccogliere serie di dati di diffrazione ai raggi X. Esso gestisce l'alta tensione e l'elettronica di conteggio del tubo di Geiger Müller (1000661) e include un programma software per controllare il driver e raccogliere dati.

Intervallo di tempo:	30 s
Range angolare:	12° – 120°
Tempo per step:	≥ 0,1 s
Step angolare:	≥ 0.05°
Tensione tubo di Geiger Müller:	0 – 1000 V

8. Utilizzo

8.1 Verifica dei dispositivi che provvedono alla protezione dalle radiazioni

Prima di utilizzare l'apparecchio per raggi X, occorre sempre verificare che i diversi elementi di sicurezza per la protezione dalle radiazioni funzionino perfettamente. La verifica deve essere effettuata nella sequenza descritta di seguito. In caso di incongruenze, staccare immediatamente l'apparecchio dalla rete. Qualora non fosse possibile eliminare gli errori seguendo le proposte riportate al paragrafo 10, è necessario far riparare l'apparecchio per raggi X dal produttore. Se il controllo di sicurezza risulta positivo, è possibile utilizzare l'apparecchio per raggi X.

- Verificare che il cofano di protezione non sia danneggiato.
- Verificare che la piastra di schermatura con targhetta di avvertimento sulle radiazioni sia fissata saldamente.
- Verificare che il perno di chiusura del cofano di protezione non sia danneggiato.
- Verificare che il duomo in vetro al piombo e il collimatore in ottone non siano danneggiati e che siano fissati saldamente.
- Verificare il funzionamento della spia di controllo di rete: allo scopo, chiudere il cofano di protezione, collegare l'apparecchio alla rete, impostare l'ora sul temporizzatore, azionare l'interruttore a chiave. La spia di controllo di rete deve essere accesa. La spia di controllo dell'alta tensione deve essere spenta.
- Verificare il funzionamento del temporizzatore: Allo scopo, azionare l'interruttore a chiave e impostare l'ora.
- Verificare il relè del temporizzatore: Impostare l'ora su 0. Quando l'interruttore di rete è acceso, la spia di controllo di rete deve essere spenta.
- Verificare il funzionamento della spia di controllo dell'alta tensione: con il cofano di protezione chiuso e bloccato (perno di chiusura in posizione centrale), impostare l'ora sul temporizzatore e azionare l'interruttore a chiave. La spia di controllo dell'alta tensione deve essere spenta. Attivare l'alta tensione con il pulsante. La spia di controllo e l'anello luminoso del pulsante devono essere accesi.
- Verificare la funzione di commutazione degli elementi di sicurezza nella cerniera del cofano: con l'alta tensione inserita, spostare sul lato il cofano di protezione, senza aprirlo, il perno di chiusura resta quindi in un'estremità della fessura a forma di peso. L'alta tensione, quindi anche la spia di controllo dell'alta tensione e l'anello luminoso devono spegnersi.

8.2 Messa in funzione dell'apparecchio per raggi X

8.2.1 Aprire, chiudere e bloccare il cofano di protezione

- Per aprire il cofano di protezione, spostare il cofano sul lato su cui si trova il braccio di misurazione, spingere e aprire.
- Per chiudere il cofano di protezione, introdurre il perno di chiusura nell'estremità della fessura a forma di peso sul lato in cui si trova il braccio di misurazione.
- Spostare sul lato il cofano di protezione, in modo da udire il perno di chiusura che scatta nella posizione centrale.

Il cofano di protezione è adesso protetto contro le aperture dirette. È possibile inserire l'alta tensione.

8.2.2 Accensione dell'apparecchio per raggi X

- Impostare l'ora preselezionata sul temporizzatore.
- Accendere l'apparecchio per raggi X agendo sull'interruttore a chiave.

La spia di controllo di rete si accende. Allo scadere del tempo impostato, l'apparecchio si spegne.

8.2.3 Chiusura del cofano di protezione e attivazione dell'alta tensione

- Dopo aver attivato la tensione di rete, selezionare l'alta tensione desiderata U = 20 kV /30 kV mediante gli interruttori a scorrimento.
- Chiudere il cofano di protezione e bloccarlo nella posizione centrale del perno di chiusura.
- Azionare il pulsante dell'alta tensione

La spia di controllo dell'alta tensione e l'anello luminoso del pulsante si accendono e viene prodotta la radiazione röntgen.

- Dimostrare la radiazione röntgen mediante lo schermo fluorescente, la camera di ionizzazione o il contatore di Geiger-Müller.

8.2.4 Impostazione e misurazione della corrente di emissione

- Tramite il cavo adattatore, collegare un voltmetro con un range di misura di 10 V c.c. al jack.
- Utilizzando un cacciavite, impostare la corrente di emissione richiesta sul potenziometro a vite.

Si applica la correlazione seguente:

I_A [µA] = U_A [V] / 10^5 Ohm

In questo modo sul voltmetro viene visualizzata una corrente al tubo ad esempio di 80 µA come una tensione continua di 8 V.

8.2.5 Disattivazione dell'alta tensione e apertura del cofano di protezione

- Azionare il pulsante dell'alta tensione, attendere il tempo di ritardo del dispositivo di sbloccaggio di sicurezza del cofano e spostare sul lato il cofano di protezione.

8.2.6 Supporto campione

I monocristalli (NaCl, LiF, etc.) possono essere fissati sul supporto campione (vedere la Fig. 5). È possibile rimuovere la ganascia di serraggio e la base allentando le viti.

- Fissare il monocristallo nel supporto campione mediante la ganascia di serraggio e definire quindi la regolazione angolare del cristallo. Il lato ruvido del cristallo deve essere rivolto verso il tubo per raggi röntgen.
- Sulla scala angolare per supporto campione, leggere l'angolo θ tra supporto campione e asse del raggio.

8.2.7 Braccio di misurazione

Il braccio di misurazione dispone di 18 slot per gli accessori di sperimentazione e gli apparecchi per dimostrazione. Sulla scala angolare per braccio di misurazione, leggere l'angolo 2 θ tra braccio di misurazione e asse del raggio. Per una misura precisa dell'angolo viene utlizzata la scala del regolatore fine. A tal fine

- regolare il braccio di misurazione sul successivo angolo 2 θ intero.
- Quindi, tenendo fermo il braccio di misurazione, impostare su 0 il regolatore fine rispetto alla tensione del filo.

È possibile regolare ulteriormente il braccio di misurazione di ±4° sul regolatore fine.

- Leggere l'angolo relativo sulla scala del regolatore fine (precisione di circa 5 minuti di arco).

8.2.8 Accoppiamento angolare 2:1

Durante la registrazione di uno spettro di Bragg, il braccio di misurazione ruota del doppio dell'angolo 2 θ e, contemporaneamente, il supporto campione ruota dell'angolo θ.

- Impostare braccio di misurazione e supporto campione esattamente su θ = 0°.
- Avvitare con estrema precisione la piastra di pressione.

Muovendo il braccio di misurazione, il supporto campione si sposta di mezzo angolo (vedere la Fig. 4).

- Per scollegare la piastra di pressione, svitare di uno o due giri

8.3 Sostituzione dei fusibili

- Staccare la spina di rete.

8.3.1 Fusibile di rete

- Svitare il portafusibili per la tensione di rete sulla parte inferiore dell'alloggiamento.
- Inserire un nuovo fusibile con un valore corretto.
- Avvitare il portafusibili.

8.3.2 Fusibile dell'alta tensione

- Svitare il portafusibili per l'alta tensione sulla parte inferiore dell'alloggiamento.
- Inserire un nuovo fusibile con un valore corretto.
- Avvitare il portafusibili.

8.4 Sostituzione della lampada

- Staccare la spina di rete.
- Svitare il coperchio di plastica della spia di controllo di rete o dell'alta tensione.
- Svitare la lampada con l'ausilio di un pezzo di tubo di plastica e sostituirla con una nuova:

  Spia tensione di rete: 6 V / 0,05 A
  Spia alta tensione: 6 V / 0,1 A
- Avvitare nuovamente il coperchio.

8.5 Regolazione del tubo per raggi röntgen

L'apparecchio per raggi X viene fornito con il tubo per raggi röntgen regolato in fabbrica. Pertanto, generalmente non è necessario efefttuare una nuova regolazione. Tuttavia, durante il trasporto la regolazione di fabbrica potrebbe subire delle modifiche rendendo necessaria una nuova regolazione.

8.5.1 Regolazione in altezza del tubo per raggi röntgen

- Inserire il contatore nelle scanalature 17 e 20 del braccio di misurazione e ruotare nella posizione 0°.
- Inserire il diaframma da 1 mm (da 1000665) in orizzontale nella scanalatura 13.
- Applicare un diaframma di apertura di 1 mm Ø (da 1000665) sul collimatore in ottone del duomo in vetro al piombo.
- Accendere l'apparecchio per raggi X e selezionare un'alta tensione di 20 kV.
- Impostare la corrente di emissione in modo che il contatore segnali da 200 a 400 impulsi al secondo (vedere 8.2.4).
- Rimuovere il tappo di gomma inferiore sul retro dell'apparecchio e, agendo sulla vite ora accessibile, modificare l'altezza del tubo per raggi röntgen in modo da raggiungere la frequenza di conteggio massima.
- Reinserire il tappo di gomma.

8.5.2 Regolazione laterale del tubo per raggi röntgen

- Spegnere l'apparecchio per raggi X e aprire il cofano di protezione.
- Inserire il diaframma da 1 mm (da 1000665) in verticale nella scanalatura 30.
- Fissare il collimatore per diaframmi a fenditura da 1 mm (da 1000665) in verticale sul collimatore di ottone del duomo in vetro al piombo.

- Estrarre la ganascia di serraggio del supporto campione e, mediante la clip di montaggio, posizionare l'astina di vetro (da 1000665) nel supporto campione (vedere la Fig. 5).
- Inserire la tensione di rete.
- Rilevare il tubo per raggi röntgen attraverso le due fessure. L'astina di vetro deve trovarsi al centro del riflesso del catodo sull'anodo.
- In caso contrario, ruotare leggermente il duomo in vetro al piombo. Al tal fine, allentare le viti di fissaggio.
- Rimuovere nuovamente l'astina di vetro e la clip di montaggio.
- Per effettuare una regolazione di precisione, fissare il minicristallo LiF nel supporto campione.
- Portare braccio di misurazione e supporto campione nella posizione 0°.
- Effettuare un accoppiamento angolare 2:1 (vedere 8.2.8).
- Impostare il braccio di misurazione sull'angolo 2 θ = 45°. Il lato del goniometro deve essere tale che il raggio incidente e riflesso si trovi sul lato inclinato del supporto campione (vedere anche la Fig. 5).
- Impostare l'alta tensione su 30 kV, chiudere il cofano di protezione e inserire l'alta tensione.
- Cercare il riflesso Cu-K_α (valore di letteratura per LiF = 44°56'). Il valore misurato deve concordare con il valore di letteratura entro 30'.
- Se il valore rilevato non rientra in questa tolleranza, verificare e ripetere le fasi precedenti.
- Se il valore misurato è ancora fuori tolleranza, impostare il braccio di misurazione sul valore medio tra valore misurato e valore di letteratura.
- Rimuovere il tappo di gomma superiore sul retro dell'alloggiamento, ribaltare il tubo per raggi röntgen agendo sulla vite adesso accessibile e aumentare al massimo la frequenza di conteggio.
- Con il braccio di misurazione cercare il massimo del riflesso. Eventualmente, continuare la regolazione finché il valore misuratore e il valore di letteratura corrispondono entro 30'.

9. Avvertenze per l'uso degli accessori

9.1 Montaggio dei collimatori (da 1000665)

I collimatori vengono utilizzati per ridurre la divergenza raggio.

- Inserire uno dei collimatori direttamente sul collimatore in ottone del duomo in vetro al piombo.

9.2 Montaggio di fenditure e altri oggetti di sperimentazione nel formato per diapositive nel braccio di misurazione

- Inserire l'oggetto di sperimentazione desiderato nel formato per diapositive nella scanalatura del braccio di misurazione e bloccarlo con il morsetto a molla.

9.3 Camera di ionizzazione (1000668)

- Assemblare la camera di ionizzazione come indicato nella Fig. 6.

Per dimostrare l'effetto ionizzante della radiazione röntgen viene utilizzato il coperchio della camera con apertura più grande, in caso di pressione normale, e il coperchio della camera con collegamento di evacuazione in caso di pressione ridotta (principio del contatore Geiger-Müller).

- Condurre all'esterno le linee di tensione ed eventualmente la tubazione della pompa attraverso i condotti della camera di sperimentazione. Dotare il cavo di sperimentazione dei connettori forniti.
- Inserire la camera di ionizzazione nel braccio di misurazione (vedere la Fig. 2).

9.4 Contatore di Geiger-Müller (1000661)

- Inserire il supporto contatore nel caricatore diapositive situato nel braccio di misurazione e fissarlo con i morsetti a molla (vedere la Fig. 3).

9.5 Revolver pellicole di dispersione (da 1000665)

Il revolver pellicole di dispersione contiene 8 pellicole metalliche diverse, che possono essere orientate in successione mediante il dispositivo di scatto a distanza nel percorso dei raggi luminosi. In una finestra sul retro del revolver vengono visualizzati i simboli dell'elemento.

- Rimuovere la ganascia di serraggio del supporto campione (vedere la Fig. 9).
- Collocare il revolver pellicole di dispersione con l'incavo circolare sul supporto campione.
- Avvitare il dispositivo di scatto a distanza sul revolver pellicole di dispersione e verificare il funzionamento.
- Far fuoriuscire il dispositivo di scatto a distanza sotto il cofano di protezione.

9.6 Camera di Debye-Scherrer (da 1000665) e motorizzazione (1000662 o 1000663)

La camera di Debye-Scherrer si compone di tre parti: alloggiamento, coperchio e supporto di serraggio con ruota conica (vedere la Fig. 7). In collegamento con la motorizzazione, è possibile effettuare, ad esempio, radiografie del cristallo rotante.

- Rimuovere la ganascia di serraggio del supporto campione, impostare il braccio di misurazione

su 2 θ = 90° e il supporto campione su θ = 90°. Fare attenzione che il lato liscio del supporto sia rivolto verso il tubo per raggi röntgen.

- Fissare il collimatore da 1 mm sul collimatore in ottone del duomo in vetro al piombo.
- Collocare l'alloggiamento della camera di Debye-Scherrer in via sperimentale tra duomo in vetro al piombo e supporto campione (vedere la Fig. 7). Se la camera non è alloggiata saldamente, è possibile effettuare una regolazione agendo sulla vite situata sulla parte inferiore della camera.
- Caricare la camera nella camera oscura con una pellicola per raggi röntgen contenuta in Filmpack 4 (1000670). Applicare saldamente la pellicola alla parete interna del cilindro.
- Per le radiografie del cristallo rotante, collocare sulla parte inferiore della camera anche una pellicola contenuta in Filmpack 2 (1000669).
- Fissare il campione nel mandrino del supporto di serraggio, chiudere il coperchio della camera e inserire nella camera il supporto di serraggio con il campione.
- Collocare la camera sul supporto campione.
- Se necessario, collocare anche la motorizzazione (1000662 o 1000663) come indicato in Fig. 8. A tal fine, inserire il rispettivo connettore nel jack da 4 mm. Verificare che le ruote dentate coniche funzionino correttamente. Utilizzando la chiave per viti a esagono cavo in dotazione, è possibile modificare la posizione della ruota conica del motore sull'asse.

9.7 Pellicole per raggi röntgen (1000669/1000670)

9.7.1 Sviluppo

- Prima di aspirare il liquido nella siringa, spingere verso l'alto il pistone di 1 ml in modo che l'aria si trovi al di sopra del liquido. In tal modo si è certi, quando viene spruzzato, tutto il liquido presente nella siringa e nella cannula giunge nel sacchetto della pellicola.
- Introdurre la cannula in una delle aperture accanto al caricamento sul sacchetto della pellicola e spruzzare lo sviluppatore.

Si deve essere certi che entrambi i lati della pellicola vengono inumiditi con lo sviluppatore e che, durante lo sviluppo, lo sviluppatore venga ben distribuito nel sacchetto della pellicola.

- A tal fine, con indice e pollice esercitare una lieve pressione sul sacchetto della pellicola.
- Dopo il periodo di sviluppo, iniettare il fissatore nel sacchetto della pellicola, senza dapprima eliminare lo sviluppatore.

Sviluppo	Sviluppatore	Fissatore
Tempo	1½ min.	4 min.
Filmpack 2	2½ ml	3½ ml
Filmpack 4	3½ ml	5 ml

9.7.2 Estrazione della pellicola

- Dopo lo sviluppo della pellicola, tagliare un angolo del sacchetto e premere leggermente per far fuoriuscire il liquido.
- Quindi, tagliare l'estremità del sacchetto ed estrarre la pellicola con la camera metallica.
- Lavare la pellicola sotto l'acqua corrente per un paio di minuti prima di osservarla.

Se la pellicola deve essere archiviata, è necessario fissarla per 10 minuti e quindi lavarla sotto l'acqua corrente per 30 minuti. Allo scopo è possibile utilizzare un comune fissatore con o senza induritore.

9.7.3 Conservazione delle sostanze chimiche

Mentre il fissatore è piuttosto stabile, l'aria presente nel flacone dello sviluppatore può provocare una decomposizione dello sviluppatore.

- Se, quindi, lo sviluppatore da conservare per un periodo prolungato è contenuto in un flacone parzialmente vuoto, è necessario travasarlo in un flacone di volume minore, in modo da renderlo utilizzabile per un lungo periodo.
- Prima di chiudere il flacone dello sviluppatore, premerlo per portare il liquido al livello del margine superiore dell'apertura, in modo che, chiudendo il flacone, al di sopra del liquido vi sia la minore quantità di aria possibile.
- Per lo smaltimento delle sostanze chimiche rispettare le norme locali.

9.7.4 Indicazioni generali

Per l'illuminazione delle pellicole per raggi röntgen, la distanza tra pellicola e oggetto deve essere la minima possibile mentre la distanza tra pellicola e sorgente di irradiazione deve essere la massima possibile, conformemente al tempo di illuminazione misurato e alla grandezza della sorgente di irradiazione.

La pellicola può anche essere illuminata mediante radiazioni beta e gamma di sorgenti povere di energia, disponibili nelle scuole.

In caso di irradiazione con una percentuale elevata di raggi röntgen "morbidi", sulla radiografia sviluppata è possibile vedere il motivo dei sacchetti di pellicola.

Quando viene termosaldata nei sacchetti di PVC, talvolta la pellicola presenta dei punti di pressione in corrispondenza degli spigoli. Dopo lo sviluppo, questi spigoli possono essere anneriti.

10 Indicazione per la correzione degli errori

Errore	Causa possibile	Rimedio
La spia di controllo di rete non funziona nonostante sia stato verificato l'allacciamento alla rete	Il temporizzatore è su 0	Impostare l'ora preselezionata
	Fusibile di rete difettoso	Sostituire il fusibile (vedere paragrafo 8.3)
	Fusibile alta tensione difettoso	Sostituire il fusibile (vedere paragrafo 8.3)
	Lampada display difettosa	Sostituire la lampada (vedere paragrafo 8.4)
	Altre cause	È necessario far verificare l'apparecchio dal produttore
Con l'alta tensione inserita e una corrente al tubo preselezionata > 0 µA, il riscaldamento del catodo non diventa incandescente, nonostante la spia di controllo di rete sia accesa	Catodo difettoso	È necessario far verificare l'apparecchio dal produttore
	Circuito di regolazione del riscaldamento difettoso	
La spia di controllo dell'alta tensione non funziona, nonostante la spia di controllo dell'alta tensione sia accesa	Circuito di sicurezza	Controllare il circuito di sicurezza secondo quanto indicato nel paragrafo 8.1, in particolare bloccaggio del duomo in vetro al piombo, chiusura e arresto del cofano di protezione
	Lampada display difettosa	Sostituire la lampada (vedere paragrafo 8.4)
	Altre cause	È necessario far verificare l'apparecchio dal produttore
L'alta tensione scricchiola subito dopo l'accensione	Umidità sotto il duomo in vetro al piombo	Sbloccare il duomo in vetro al piombo e rimuoverlo, strofinarlo con un panno asciutto, quindi reinserirlo e bloccarlo di nuovo
Il catodo si accende brevemente quando viene disinserita l'alta tensione („Afterflash")	Nessun errore, serve a scaricare i componenti dell'alta tensione	
Nessuna emissione di radiazioni röntgen benché l'alta tensione sia inserita	Il catodo non si riscalda	È necessario far verificare l'apparecchio dal produttore. Attenzione: dopo essere stata disinserita, l'alta tensione permane sui tubi per alcune ore!
	Corrente di emissione troppo bassa	Regolare la corrente di emissione (ved. paragrafo 8.2.4)
	Assenza di corrente di emissione	È necessario far verificare l'apparecchio dal produttore.
	Collimatori o simili nel percorso dei raggi luminosi	Controllare la struttura sperimentale
	Il tubo per raggi röntgen non è regolato correttamente	Regolare i tubi per raggi röntgen (vedere paragrafo 8.5)

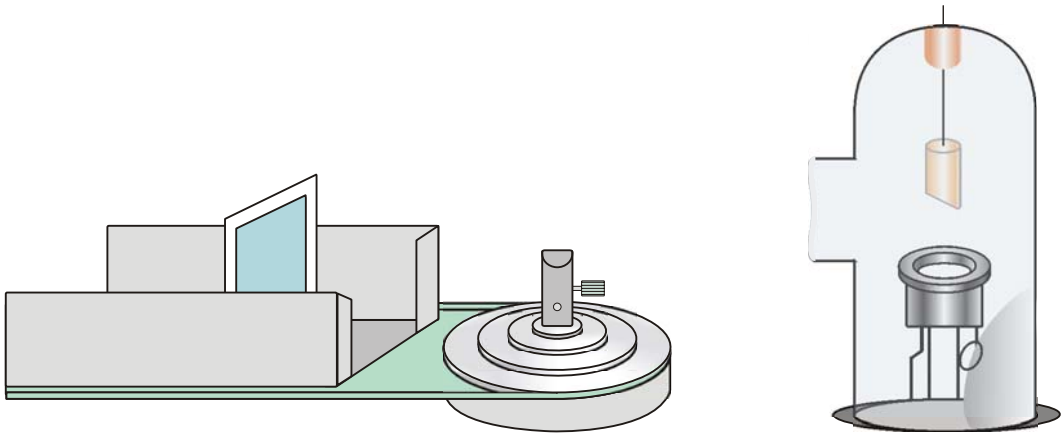


Fig. 1 Montaggio dello schermo fluorescente nel braccio di misurazione

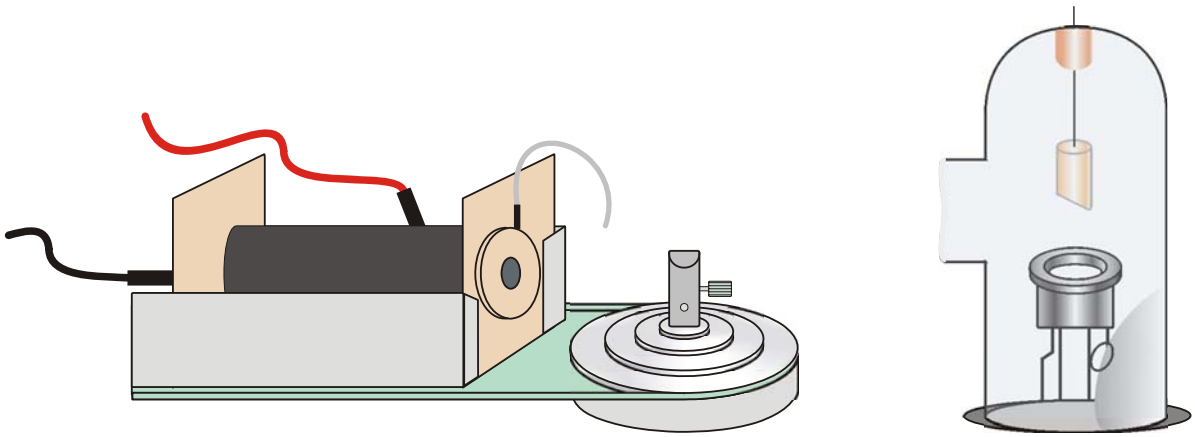


Fig. 2 Montaggio della camera di ionizzazione nel braccio di misurazione

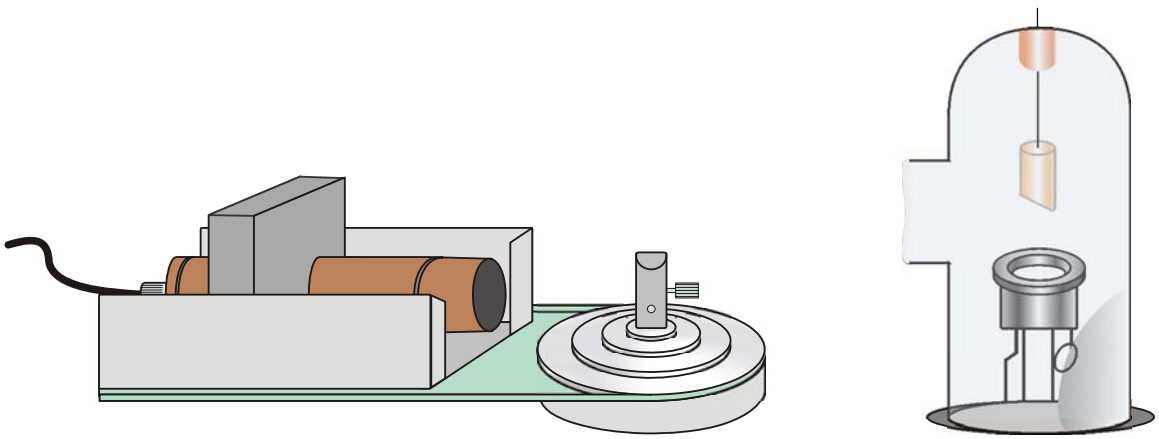


Fig. 3 Montaggio del contatore di Geiger-Müller nel braccio di misurazione

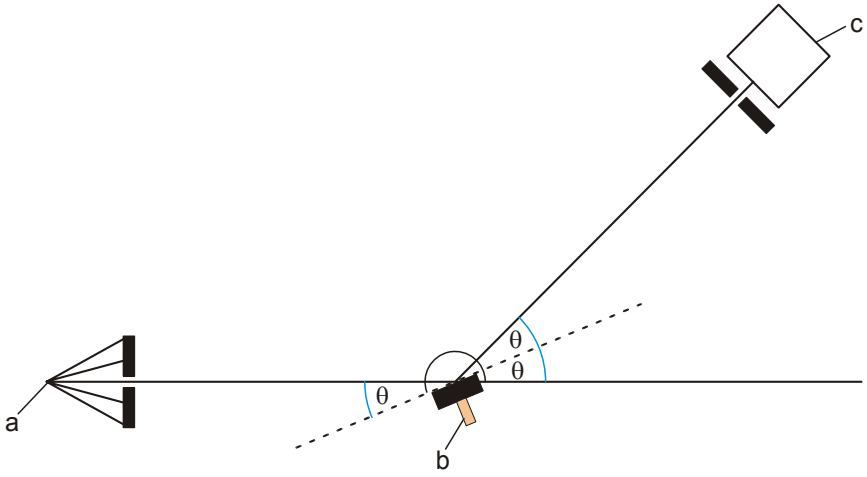


Fig. 4 Geometria nella riflessione di Bragg (a Tubo per raggi röntgen, b Monocristallo, c Contatore)

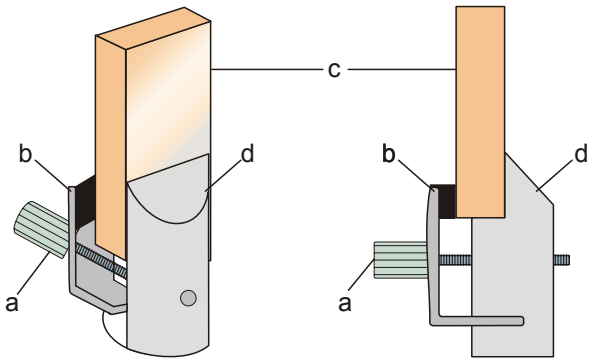


Fig. 5 Montaggio del cristallo nel supporto campione (a Vite, b Ganascia di serraggio, c Cristallo, d Parte fissa del supporto campione)

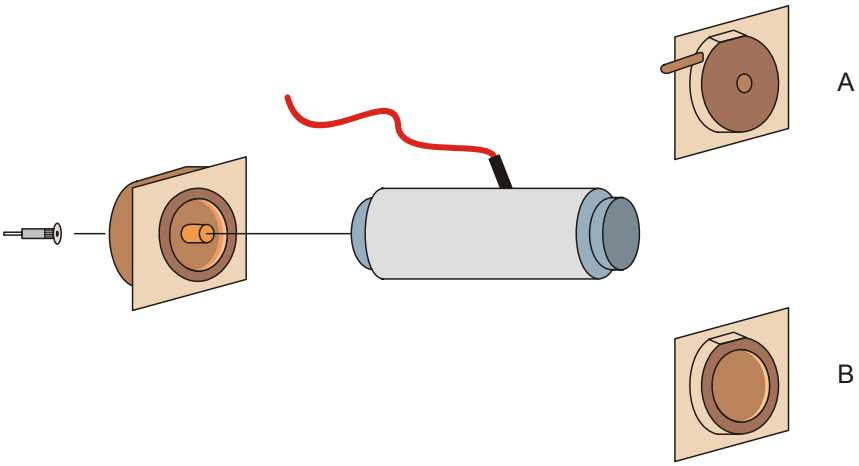


Fig. 6 Assemblaggio della camera di ionizzazione (A per pressione ridotta, B per pressione aria normale)

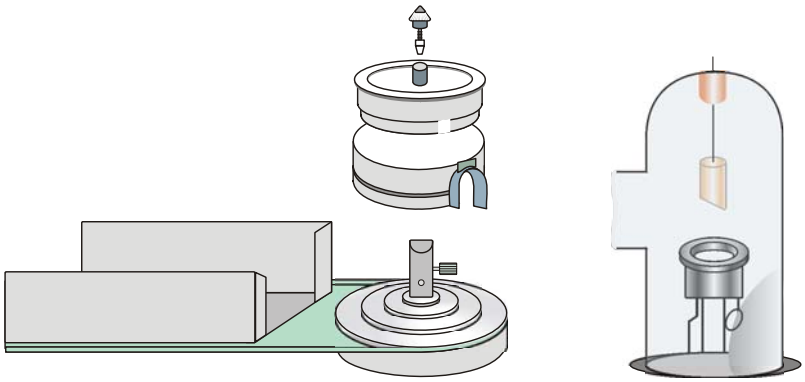


Fig. 7 Montaggio e smontaggio della camera di Debye-Scherrer

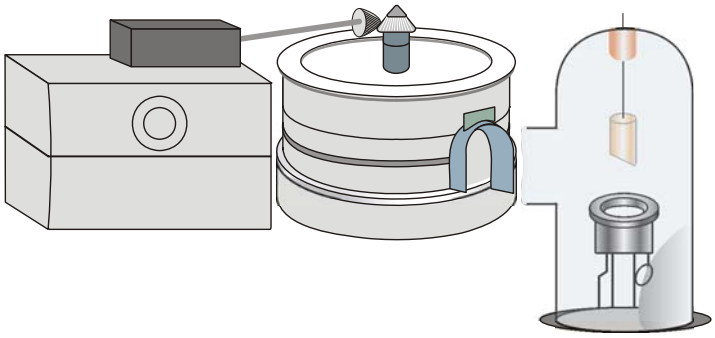


Fig. 8 Camera di Debye-Scherrer con motorizzazione

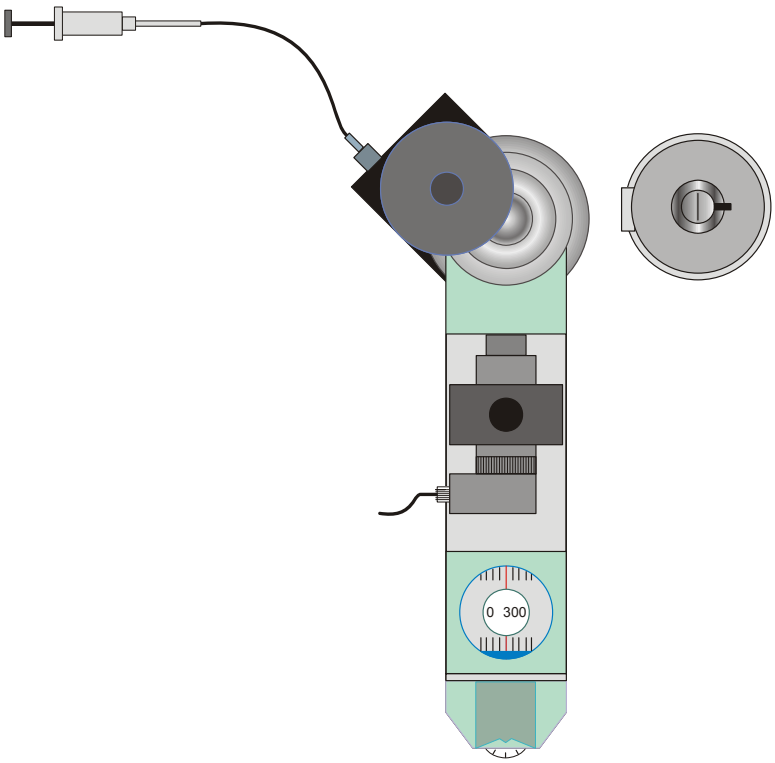


Fig. 9 Montaggio del caricatore pellicole

© Copyright 2012 3B Scientific GmbH